

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 10-301153

(43) Date of publication of application : 13.11.1998

(51) Int.Cl. G02F 1/37

(21) Application number : 09-105876 (71) Applicant : SONY CORP

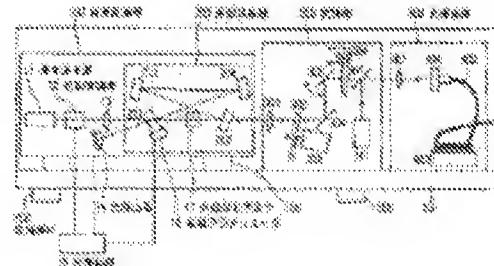
(22) Date of filing : 23.04.1997 (72) Inventor : OKA MICHIO

## (54) LIGHT SOURCE DEVICE AND OPTICAL MEASURING INSTRUMENT AND EXPOSURE DEVICE USING IT

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain homogeneous stabilized light output by preventing the resonator length and optical axis of a light source device from being fluctuated by vibration by respectively having a vibrationproof means by any combination of a wavelength converting part and a modulating part, and the wavelength converting part, the modulating part and an optical waveguide.

**SOLUTION:** The light source device is constituted of the wavelength converting part 100 forming a second high harmonic wave from fundamental wave laser beam, the modulating part 300 spatially modulating the beam output, and the optical waveguide 400 propagating laser beam modulated to a desired optical device, a vibrationproof member 500 as the vibrationproof means and a base plate 501. The vibrationproof member 500 such as an air spring, a metallic spring and a rubber damper is fixed to the bottom part of the wavelength converting part 100 having a fundamental wave light source 11 and an external resonator 200, and the wavelength converting part 100 is placed on the base plate 501. Also, the modulating part 300 and the optical waveguide 400 are respectively mechanically separated, so that the vibration of components is prevented from being propagated.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-301153

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/37

識別記号

F I

G 0 2 F 1/37

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-105876

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(22) 出願日 平成9年(1997)4月23日

(72) 発明者 岡 美智雄

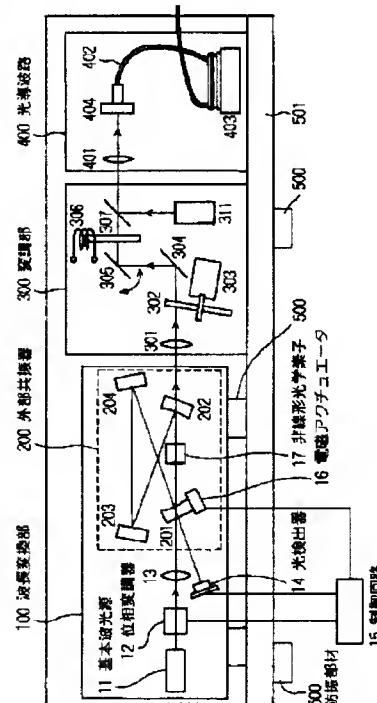
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(54) 【発明の名称】 光源装置とこれを用いた光学測定装置および電光装置

(57) 【要約】

【課題】 外部共振器を用いて第二高調波や和周波を発生させるレーザ光源において、外部振動等により共振器長や光軸が変動するのを防止し、また、その光を光ファイバーで伝搬する際に生じるスペックルパターンを除去する。

【解決手段】 外部共振器200を含む波長変換部100と、その出力光を空間的に変調してスペックルノイズを除去する変調部300と、光導波路400とを機械的に分離し、防振部材500で振動を防ぐ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1対の反射手段と非線形光学結晶素子を備え、一個の基本波光源から出射した基本波レーザ光から生成された第二高調波光、および複数個の基本波光源から出射した基本波レーザ光から生成された和周波光のいずれかを出射する波長変換部と、前記波長変換部からのレーザ光を空間的に変調する変調部と、前記変調部から所望の光学装置に前記レーザ光を導く光導波路と、を有し、前記波長変換部と、前記変調部、および前記光導波路をそれぞれ機械的に分離すると共に、前記波長変換部と、前記波長変換部および前記変調部と、前記波長変換部、前記変調部および前記光導波路とのいずれかに防振手段を具備することを特徴とする光源装置。

【請求項2】 請求項1記載の光源装置において、前記防振手段は少なくとも空気バネ、金属バネ、およびゴムダンパーのいずれかであることを特徴とする光源装置。

【請求項3】 請求項1記載の光源装置において、前記変調部は光学素子を有し、該光学素子を振動または回転させることにより、前記光源からのレーザ光を空間的に変調することを特徴とする光源装置。

【請求項4】 請求項3記載の光源装置において、前記光学素子は、ガルバノミラー、ポリゴンミラー、拡散板、ホログラム素子および光学レンズのいずれかであることを特徴とする光源装置。

【請求項5】 請求項1記載の光源装置において、前記光導波路は光ファイバーを具備することを特徴とする光源装置。

【請求項6】 請求項5記載の光源装置において、前記光ファイバーは直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $2000\text{ }\mu\text{m}$ 以下の石英光ファイバーであることを特徴とする光源装置。

【請求項7】 請求項1記載の光源装置において、前記基本波光源に半導体レーザ励起N d : YAG固体レーザを用いることを特徴とする光源装置。

【請求項8】 請求項1記載の光源装置において、前記非線形光学結晶素子は $\beta\text{-B}_2\text{B}_2\text{O}_4$ (BBO)、 $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ (CLBO)、 $\text{KTiOPO}_4$ (KTP)、 $\text{LiNbO}_3$ (LN)、 $\text{LiB}_3\text{O}_5$ (LBO)、 $\text{KNbO}_3$ (KN)のいずれかであることを特徴とする光源装置。

【請求項9】 請求項1記載の光源装置において、前記変調部内のレーザ光の光路上に前記レーザ光を遮断するシャッタ機構を有することを特徴とする光源装置。

【請求項10】 請求項1記載の光源装置において、

前記変調部内に可視光および赤外光のいずれかを出射する光源とレーザ光の光路上にダイクロイックミラーを配設し、該ダイクロイックミラーでもって、前記可視光および赤外光のいずれかと、前記レーザ光とを合波することを特徴とする光源装置。

【請求項11】 請求項1記載の光源装置の光出力を光源として用いる光学測定装置。

【請求項12】 請求項11記載の光学測定装置において、

10 前記光源装置は、可視光および赤外光のいずれかを出射する光源を有し、前記光学測定装置の光軸、焦点および照射位置の調整に、前記可視光および赤外光のいずれかを用いることを特徴とする光学測定装置。

【請求項13】 請求項11記載の光学測定装置において、

前記光学測定装置の測定周期は前記変調部の変調周期の整数倍であることを特徴とする光学測定装置。

【請求項14】 請求項1記載の光源装置の光出力を光源として用いる露光装置。

20 【請求項15】 請求項14記載の露光装置において、前記光源装置は、可視光および赤外光のいずれかを出射する光源を有し、前記露光装置の光軸や焦点ならびに照射位置の調整に、前記可視光および赤外光のいずれかを用いることを特徴とする露光装置。

【請求項16】 請求項14記載の露光装置において、前記露光装置の露光時間は前記変調部の変調周期の整数倍であることを特徴とする露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

30 【技術の属する技術分野】 本発明は、非線形光学結晶素子を用いて外部共振法で和周波光や高次高調波光を発生させるレーザ光源装置とこの出力光を光源として用いた光学測定装置と露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 レーザ光発生装置において、レーザ共振器内部の高いパワー密度を利用して効率良く波長変換を行うことが従来より提案されており、たとえば、外部共振型のSHG(第二高調波発生)や、レーザ共振器内部の非線形光学素子によるSHGが試みられている。外部共振型の例としてBBO( $\beta\text{-B}_2\text{B}_2\text{O}_4$ )を用いた例が特開平5-243661号公報に開示されている。また、レーザ共振器内部の非線形光学素子によるSHGの例としてKTP( $\text{KTiOPO}_4$ )を用いた例が特開平1-220879号、特開平4-25087号、および特開平4-243177号公報に開示されている。これによると、共振器内部の非線形光学結晶素子を用いて、基本波レーザ光に対して第二高調波レーザ光を位相整合させることにより、効率良く第二高調波レーザ光をとりだすことができる。

40 50 【0003】 従来から用いられている外部共振型レーザ

光発生装置の例としてBBOを用いたリング型の外部共振器によるSHGレーザ光発生装置の構成図を図6に示す。基本波光源11より出射した基本波光は共振器長を調整するための位相変調器12と集光レンズ13を介して、外部共振器200に入射される。この外部共振器200は、表1に示すような仕様の2枚の凹面ミラー18、19と1枚の平面折り返しミラー20から構成されている。

#### 【0004】

【表1】

ミラー	曲率半径	SHG光	
		基本波 (532nm)	反射率 (266nm)
18	50 mm	99.0 %	—
19	50 mm	99.9 %	90.0 %以上
20	Flat	99.9 %	---

【0005】そして、ミラー18の位置決めに、電磁アクチュエータ16を用いる。外部共振器200内に、非線形光学素子17を配設する。外部共振器200からの出力光の一部はミラー20で反射し、光検出器14で検出される。その検出信号を用い、制御回路15により電磁アクチュエータ16でミラー18の位置制御を行い、入射光に対する共振を最大化させることにより、非線形光学素子17より効率のよいSHG光が得られる。位置制御の方法は既に特開平5-243661号公報に開示された通りである。

【0006】また、非線形光学素子17に関しては、たとえばBBOを用い、共振器ロスの低減のために、このBBOに反射防止膜を施し、共振器ミラー18、19には反射率99.9%の高反射率ミラーを用いる。上述のようなレーザ光発生装置は、初期特性の共振器ロスを0.5%以下にすることは可能であり、以下の文献

(A) および (B) に開示されているように、1W以上の高出力紫外SHG光がおよそ50%の変換効率で得られる。

(A) M. Oka, L. Y. Liu, W. Wiechmann, N. Eguchi, and S. Kubota "1 W Continuous Wave 266 nm Radiation from an All Solid-State Frequency Quadrupled Nd:YAG Laser" in Proceedings of Advanced Solid State Lasers (OSA, Washington D.C. 1994) PP.374-376

(B) L. リュウ、岡 美智雄、W. ヴィヒマン、江口直哉、武田実、菅沼洋、久保田重夫 第55回応用物理学会学術講演会(1994年秋期講演会) 講演番号20P-ML-5、講演予稿集 PP.1219

【0007】ところが、このように高効率で紫外光を発生させることは可能であるが、このようなレーザ光発生装置は文献(C)にも記載されているように、基本波光源と外部共振器の共振器長を超精密に連続調整し、維持する必要があり、外部の振動に対して大影響されやす

いという問題がある。

(C) 岡 美智雄、江口 直哉、増田 久、久保田 重夫 “サブオングストローム位置決めデバイスを用いた外部共振器型0.1W紫外線レーザ” Proceeding of So ny Research Forum 1991, PP.298-303 (1991)

【0008】したがって、このようなレーザ光発生装置はゴムダンパーや空気バネを用いた除振装置上で使用する必要があり、これを光源として光学測定装置や露光装置などに幅広く応用展開することを困難にしていた。無

10 論、レーザ光発生装置を含め、光学測定装置や露光装置全体を除振すればよいが、装置が大きくなるという問題があり、また装置自体に振動源を有すると、除振の効果が無くなってしまう。レーザ光発生装置、光学測定装置および露光装置を分離して、それぞれを除振することも考えられるが、振動時やはり光軸がずれる虞がある。そこで、レーザ光発生装置の光出力を光ファイバー等の光導波路で伝送し、光学測定装置や露光装置とは光結合はしているが機械的には分離するという方法が有効と考えられる。実際、図7に示すように、米国特許第4

20 011403号公報ではレーザ光源41のレーザ光40を横マルチモードの光ファイバー50を用いて照射対象物60の近くまで伝搬し、レーザ光源41とその出力光を利用した光学装置系とを完全に分離している。

【0009】一般に露光や照明光には均一で一様な強度分布が求められるが、横マルチモードの光ファイバーでレーザ光を伝搬させると、レーザ光の可干渉性により強度分布がランダムに変動する不均一なスペックルパターンを生じる。このようなスペックルが発生すると、照明や露光には用いることができない。そこで、米国特許第4011403号公報では入射光軸や光導波路を加振することにより、不均一なスペックルパターンを平均化して、均一な強度分布を実現することを提案し、図7に示すような実施例を示している。ここでは、レーザ光源41から出射されたクリプトンイオンレーザ光40(可視光)を集光レンズ44を介して、光ファイバーの入力端48に入射し、その出力端54から照射対象物60を照射している。そして、レーザ光の光路上にある集光レンズ44と光ファイバー50に電磁加振機64、68で振動を与え、さらに、光ファイバーの出力端54と照射40 対象物60との間に光拡散板63を配備して、スペックルパターンの除去を行っている。

【0010】しかし、前述のように、レーザ光発生装置に外部共振器を用いた場合の光源装置は振動に弱く、上述のような加振機を付加すると、この加振機により光源出力が不安定になる虞がある。また、光ファイバーへの入射光軸や光導波路を加振してスペックルパターンを除去する実験を、図6に示すようなレーザ光発生装置を用いて紫外光領域のレーザ光で試みたところ、スペックルパターンの完全な除去は行うことができなかった。この50 時のレーザ光の波長は266 nm、光ファイバーは照明

露光用に好適の直径 $600\mu\text{m}$ 、開口数0.22の光ファイバーを用いた。

【0011】ここで、マルチモードを有する光ファイバーのスペックルパターンの除去には、光ファイバーの全モードの内、なるべく多くのモードを励起することが重要であり、一方、マルチモードファイバーの全モード数はおよそ波長の逆数の2乗に比例するので、紫外光域では、可視光よりマルチファイバーの全モード数は4~5倍多くなり、励起すべきモード数が非常に増加する。米国特許第4011403号公報の実施例では、可視光域のレーザ光のために、この多モード励起が入射光軸やファイバーの振動で可能であったと推測されるが、より波長の短い紫外光域の光源に対し、直径 $600\mu\text{m}$ 、開口数0.22のマルチモードファイバーでは全モード数が多いことにより全モード数の内、励起できるモード数が限られたため、スペックルパターンの完全な除去を行うことができなかつたものと推察される。

【0012】また、図8に示すような和周波を発生させるレーザ光発生装置がある。これは、図6に示した266nmのレーザ光発生装置と同様の外部共振器200を用い、さらに2種類の基本波光源11、111の両方あるいは片方の光を共振させることにより、2種類の基本波の和の周波数である355nm、または213nmのレーザ光を発生させるものである。この場合も図6に示したレーザ光発生装置と同様に振動に影響されやすいという問題をもっている。

【0013】また、波長266nmの遠紫外光のように光の短い励起光で物質を励起し、蛍光を観測することにより、観測試料の分析を行う蛍光観測の技術がある。この蛍光観測は蛍光寿命に応じて励起光をパルス状に発振させる必要がある。しかし、このパルス状の光発振時間が、マルチモードファイバーのスペックルパターンの平均化時間より短いと、スペックルパターンに対応した蛍光の強度ムラが生じ、上述の振動問題に加えて、何らかの対策が必要となる。

【0014】また、照明、露光や蛍光観測など紫外光は各種用途に用いられているが、一方、波長200~400nmの紫外光は生体への影響も大きく、皮膚に長時間照射すると皮膚ガンを生じる虞がある。従来のレーザ光源装置の紫外光を各種装置に応用した場合、その装置の導入ならびにメンテナンス時における光軸調整等で紫外光に被爆する可能性もあり、その作業には一層の安全対策が望まれる。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述のような問題を解決するためになされたもので、光源装置の共振器長や光軸が振動により変動するのを防止して、均質で、安定した光出力が得られると共に、本装置の調整およびメンテナンス時の誤使用等によるレーザ光の人体への加害の可能性を軽減する光源装置とそれを光源として

用いる光学測定装置や露光装置を提供することを目的とする。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の光源装置は、少なくとも1対の反射手段と非線形光学結晶素子を備え、一個の基本波光源から出射した基本波レーザ光から生成された第二高調波光、および複数個の基本波光源から出射した基本波レーザ光から生成された和周波光のいずれかを出射する波長変換部

10 と、この波長変換部からのレーザ光を空間的に変調する変調部と、この変調部から所望の光学装置にレーザ光を導く光導波路とを有するものとする。さらに、波長変換部と変調部および光導波路は、それぞれ機械的に分離されていると共に、波長変換部、波長変換部と変調部、および波長変換部と変調部と光導波路とのいずれかの組み合わせでもって、それぞれは防振手段を具備するものとする。

【0017】また、変調部内に、可視光または赤外光の光源と、レーザ光の光路上にはレーザ光を遮断するシャッタ機構とダイクロイックミラーを配設し、このダイクロイックミラーで、可視光または赤外光とレーザ光とを合波するものとする。

【0018】さらに、本発明の光学測定装置や露光装置は上述の光源装置の光出力を光源として用いるものとする。

【0019】これら装置の光軸や焦点ならびに照射位置の調整には、上述のシャッタ機構と可視光または赤外光を利用するものとする。また、光学測定装置の測定周期や露光装置の露光時間は変調部の変調周期の整数倍とする。

30 【0020】一般に光ファイバーでレーザ光を伝搬させると、レーザ光の可干渉性により強度分布がランダムに変動する不均一なスペックルパターンを生じるので、これを防止するために、レーザ光を空間的に変調する。この変調はレーザ光の光軸を微小変動させて行うため、機械的振動が発生するが、本発明の光源装置は防振手段を備えているので、安定な光出力が得られる。

【0021】また、本発明の光源装置を光源として用いた光学測定装置や露光装置において、これら装置の測定40 周期や露光時間が空間的な変調周期の整数倍であることにより、スペックルノイズが平均化されて、見掛け上、均一な強度分布のレーザ光とみなすことができる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、図中の符号において、従来の技術で記したものと同一部材または同一機能のものは同一符号で示す。図1は本発明の実施の形態に係る光源装置の概略構成図である。この光源装置は、基本波レーザ光から第二高調波を形成する波長変換部100と、その出力光を空間的に変調する変調部30

0と、変調されたレーザ光を所望の光学装置に伝搬する光導波路400と、防振手段としての防振部材500とベース板501で構成されている。波長変換部100は、基本波レーザ光を出射する基本波光源11、位相変調器12、集光レンズ13、外部共振器200を形成する4個のミラー201、202、203、204と非線形光学結晶素子17、共振器長を調整するための光検出器14と制御回路15および電磁アクチュエータ16を備えている。変調部300は、部内の光学系を構成しているコリメートレンズ301、回折型光学素子302、ミラー304、ガルバノミラー305、およびダイクロイックミラー307と、可視光域の光軸調整用光源311と、これと併用する電磁シャッタ306と、回折型光学素子302を回転するためのモーター303を備えている。光導波路400は、集光レンズ401、光ファイバー402、加振機403、および光コネクタ404を備えている。

【0023】つぎに本実施の形態例の光源装置の動作について、図1を参照して説明する。本実施の形態例では、基本波光源11としてグリーンレーザ532nmを用いており、このレーザ光は位相変調器12、集光レンズ13を通して、リング型の外部共振器200に入射する。そして、表2に示すような仕様の2枚の凹面ミラーと2枚の平面折り返しミラーで構成される共振器で共振現象を誘導する。

#### 【0024】

【表2】

ミラー	曲率半径	基本波	SHG光
		(532nm)	(266nm)
201	100 mm	98.8 %	---
202	100 mm	99.9 %	90.0 %以上
203	Flat	99.9 %	---
204	Flat	99.9 %	---

【0025】また、この光路上に配設した非線形光学結晶素子17により、532nmの入射光は波長変換されて基本波の第二高調波である266nmのレーザ光を出射する。また、外部共振器200からとりだされたレーザ光は光検出器14で検出される。その検出信号は制御回路15に入力され、位相変調器12に発生させる周波数誤差信号を用いて、入射光の共振が最大になるように電磁アクチュエータ16の位置制御を行っている。なお、位置制御の方法については、特開平5-243661号公報に開示されている。

【0026】なお、上述の非線形光学結晶素子17としては、 $\beta$ -BaB<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (BBO) を用いたが、CsLiB<sub>6</sub>O<sub>10</sub> (CLBO) 、KTiOPO<sub>4</sub> (KTP) 、LiNbO<sub>3</sub> (LN) 、LiB<sub>3</sub>O<sub>5</sub> (LBO) 、KNbO

3 (KN) のいずれでも、使用可能である。

【0027】また、基本波光源11や外部共振器200を有する波長変換部100は、その底部に空気バネ、金属バネあるいはゴムダンパーなどの防振部材500が固着されて、ベース板501上に載置されている。また、変調部300と光導波路400とはそれぞれ機械的に分離されており、これらの構成部材からの振動が伝搬するのを防止すると共に、変調部300と光導波路400も共通のベース板501上に載置してレーザ光の伝搬する光軸の安定化を図っている。したがって、本実施の形態例では、変調部300や光導波路400の下面に防振部材500が固着されていないが、これらにも防振部材500を配設することにより、一層の防振効果が期待される。このような防振手段を施すことにより、共振器長や光軸の変動による光源装置の光出力の不安定さを防止することができる。

【0028】従来の技術で述べたように、波長変換部100で得られた第二高調波を横マルチモードの光ファイバーで露光装置等の光学装置の光源として所望の設置場所に伝搬させる時、レーザ光の可干渉性によりその強度分布がランダムに変動する不均一なスペックルパターンが発生する。このようなスペックルが発生すると、露光装置等の光源として用いることができなくなる。このスペックルパターンを除去する方法として、入射光軸や光導波路を加振して、不均一なスペックルパターンを平均化して均一な強度分布を得る方法がある。本実施の形態例の変調部300と光導波路400はこの機能を有する。

【0029】波長変換部100の光出力はコリメートレンズ301で平行光となって変調部300に入り、ミラー304、ガルバノミラー305、ダイクロイックミラー307を伝搬し、光路を変更しながら、その光軸を微小変動させて、スペックルパターンの平均化を行う。そして、集光レンズ401を介して光ファイバー402の中を伝搬する。さらに、光導波路400内に備えられた加振機403で光ファイバー402を振動させて、スペックルパターンの除去を加速する。なお、光ファイバー402には、照明露光に好適なように、コア径600 μm、開口数0.22の石英ファイバーを用いたが、照明露光の条件により、直径50~2000 μmの光ファイバーも利用することができる。また、光ファイバー402の取り付けは光コネクタ404を介して行われており、光ファイバーの脱着を容易に行うことができる。

【0030】本実施の形態例におけるコリメートレンズ301の焦点距離は250mmで、集光レンズ401の焦点距離は50mmであり、5対1の縮小比率である。非線形光学結晶素子17のBBOで発生する紫外光の近視野像は、BBOの複屈折に起因するウォークオフ効果により、直径70 μm × 500 μmの橿円となるが、50対1の縮小比率により、そのサイズは光ファイバー40

2の入力端面上では5分の1の $14\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ に縮小するために、コア径 $600\mu\text{m}$ の光ファイバーに効率良く結合することができる。さらに、長さ5mの光ファイバー402において、透過ロスおよび光ファイバー402の入力端面のフレネルロスを含めても、約70%の効率でファイバー出力端より光を得ることができた。このように、光ファイバー径とスポットサイズに十分余裕がある場合は、出射側の光源と受光側になる光ファイバー402との間に防振部材500があつても、多少の光軸ズレは許容範囲となる。また、コリメート後のビーム径は約1mmであり、ゴムダンパーの伸縮が数100ミクロン以下であれば、結合効率には全く影響しない。

【0031】また、光ファイバー402に結合するレンズ系や光路上のミラーの一部を加振することにより、光ファイバー402に結合する光の分布が空間的に変調され、レーザ光のコーヒーレンズに起因するスペックルパターンは平均化されて除去することができる。本実施の形態例では、この光を空間的に変調する手段として、電磁力を用いてミラーを加振するガルバノミラー305を用いた。ただし、ガルバノミラー305の代替に、ポリゴンミラー、拡散板、ホログラム素子や光学レンズ等を用いて、これを電磁力や圧電素子等で加振することでも可能である。そして、直径 $d = 600\mu\text{m}$ の光ファイバー402に結合する場合、集光レンズ401の焦点距離 $f = 50\text{mm}$ であるから、ガルバノミラー305の振り角 $q$ が $q = d/f = 12\text{mrad}$ 以内であれば、効率を損なわず光ファイバー402に結合することができる。

【0032】しかし、上述の空間的変調手段のみでは、可視光には有効であったが、波長 $266\text{nm}$ の紫外光レーザに対しては、スペックルパターンの完全な除去を行うことができなかつた。これは、従来の技術で述べたと同じ問題がまだ解決されていないためで、マルチモードファイバーの励起モード数を増加させる必要がある。

【0033】本実施の形態例では、この問題を解決するために、回折型光学素子302を変調部300の光路上に挿入している。これにより、光ファイバー402の入射スポットを単一ガウシアンビームから回折パターンに応じた複数ピークのスポットに変化させることができるため、マルチモード光ファイバーのモード励起数を増加させることができ、残存スペックルパターンの除去が可能となる。なお、回折型光学素子302には、拡散板やホログラム素子を用いるのがよい。さらに、回折型光学素子302に透過型あるいは反射型の回折型光学素子を用い、この回折型光学素子302を加振する、あるいは図1に示すように、モータ303で回転させ、回折効率や回折角を時間的に変化させて、入射光を空間的に変調してスペックルパターンの除去を行う。この場合も、回折角(全幅)が $q = d/f = 12\text{mrad}$ 以内で変化するような回折型光学素子302であれば効率を損なわ

ず、光ファイバー402に結合することができる。

【0034】また、本発明の光源装置を光学測定装置や露光装置の光源として使用することにより、良質なレーザ光源を具備した光学装置を形成することができる。この実施の形態の一例を図2、図3に示す。図2は顕微鏡や半導体等の検査に用いる光学測定装置の例であり、光導波路400の出力は、着脱可能な光コネクタ405を介して、光学測定装置の光源として入射する。そして、照明系レンズ601、対物レンズ602を介して、試料

10 603を照射して、その結果の光情報は検出器604で受光され、試料603の検出信号として出力される。この時、回折光学素子302、ガルバノミラー305や、加振機403を駆動して変調部300内でレーザ光は空間的に変調されるが、この周期またはその整数倍で、光学測定装置の検出信号出力を平均化することにより、微小な残存スペックルパターンが平均化され、スペックルパターンを除去することができる。

【0035】つぎに、図3に本発明の光源装置を露光装置に応用した例を示す。上述の光学測定装置と同様に、20 光コネクタ405を介して入射したレーザ光は、照明系レンズ605、インテグレータ606により光分布の均一化が行われたのち、コンデンサレンズ607を介して露光用マスク608に照射される。このマスクパターンは投影露光レンズ609により、半導体素子上のフォトレスジスト等の試料に投影され、パターン形成を行う。この時、露光装置の露光時間を変調周期の整数倍にすることにより、照明光に残存するスペックルパターンを除去することができる。

【0036】また、波長 $266\text{nm}$ の紫外光のように波長の短い励起光で物質を励起し、蛍光を観測することにより観測試料の分析を行う技術がある。この蛍光観測には、蛍光寿命に応じて励起光をパルス状に発振させる必要がある。しかしながらこのパルス発振時間がマルチモードファイバーのスペックルパターンの平均化時間より短いとスペックルパターンに対応した蛍光の強度ムラが生じるという問題がある。そこで、本発明の光源装置を用いて、上述と同様に、光源の空間的変調周期またはその整数倍で蛍光観測用の検出器の検出信号を平均化させれば、蛍光の強度ムラの除去が可能となる。

40 【0037】また、上述の照明、露光や蛍光観測など紫外光を利用した光学装置の導入時やメンテナンス時に、光軸調整等で紫外光に被曝する可能性が高く、対策が必要である。本発明の実施の形態例の光源装置は、図1に示すように、光軸調整用の可視光あるいは赤外光の光源を有し、この光軸調整用光源311からの光をダイクロイックミラー307を介してガルバノミラー305からのレーザ光と合波して、光ファイバーに結合している。したがって、ガルバノミラー305からのレーザ光と光軸調整用光源311の出力光の光軸を予め調整し、一致50 させておけば、上述の光学装置のメンテナンス等の光軸

調整等にレーザ光の代替光として光軸調整用光源311の可視光または赤外光を使用することができる。この時、シャッタ306で光軸調整時にはレーザ光を遮断すれば、誤って不要な紫外光に被爆する可能性をなくすことができる。また、上述の顕微鏡観察等を行うために、試料の位置の粗調整や光軸焦点合わせの粗調整など行う場合、人間による手動調整の必要がある場合も多く、この光軸調整用光源311を用いた粗調整が可能である。

**【0038】**以上、本発明の実施の形態例を説明したが、本発明は、この実施の形態例に何ら限定されるものではない。たとえば、基本波レーザ光の波長変換のために、図1に示した外部共振器200を複数段直列に接続した光源装置も可能である。また、上述の実施の形態例における波長変換部100の構成に加うるに、図4に示すように、新たな基本波光源111、たとえば波長1064nmの光源を追加し、位相変調器112を介してダイクロイックミラー21で、基本波光源11からの光と合波して外部共振器200で共振させ、和周波の、たとえば355nmや213nmのレーザ光を安定にスペックルフリーで形成することができる。さらに、これらの本発明の光源装置を光源に、図5に示すようなプロジェクションディスプレイ装置を作製することもできる。図5において、光ファイバー402により導かれた光は、照明系レンズ611を介して液晶ライトバルブ等を用いた空間光変調素子612に照射される。空間変調された動画パターンは、投影レンズ613によりスクリーン614に投影され、大画面でスペックルパターンの無い良好なプロジェクションディスプレイ装置を実現する。

**【0039】**

**【発明の効果】**以上説明したように、本発明によれば、光源装置の共振器長や光軸が振動により変動するのを防止することができ、さらに、レーザ光を光ファイバーで伝搬する時発生しやすいスペックルノイズを除去して、均一な光分布、安定したレーザ光出力が得られる。また、本発明の光源装置を光源として紫外光域のレーザ光を使用する光学装置において、可視光または赤外光により光軸焦点合わせや照明位置等の粗調整することができ、人体への紫外光の被爆を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

**【図1】** 本発明の実施の形態に係る光源装置の概略構成図である。

**【図2】** 本発明の光源装置を用いた光学測定装置の概略構成図である。

**【図3】** 本発明の光源装置を用いた露光装置の概略構成図である。

**【図4】** 外部共振器を用いた和周波発生装置の構成図である。

**【図5】** 本発明の光源装置を用いたプロジェクションディスプレイ装置の概略構成図である。

**【図6】** 従来のレーザ光発生装置の概略構成図である。

**【図7】** 従来のスペックルパターンを除去する方法を説明する図である。

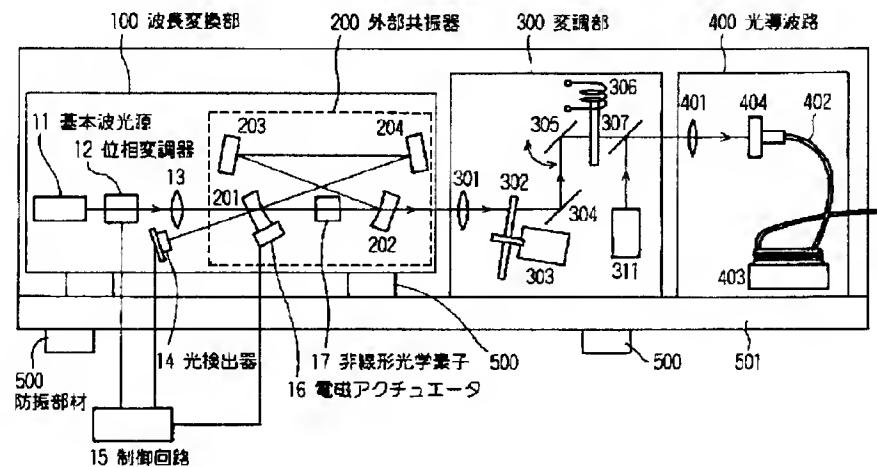
**【図8】** 従来の和周波発生装置の概略構成図である。

#### 【符号の説明】

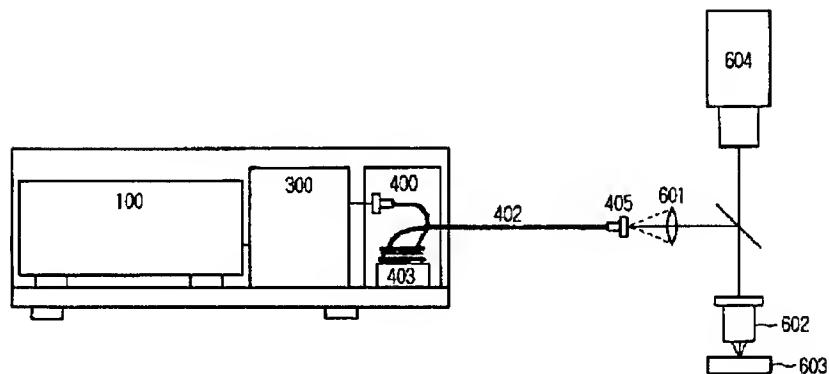
11, 111…基本波光源、12, 112…位相変調器、13, 44, 401…集光レンズ、14…光検出器、15…制御回路、16…電磁アクチュエータ、17

…非線形光学素子、18, 19, 20, 201, 202, 203, 204, 304…ミラー、21, 307…ダイクロイックミラー、40…レーザ光、41…レーザ光源、48…光ファイバーの入力端、50, 402…光ファイバー、54…光ファイバーの出力端、60…照射対象物、63…拡散板、64, 68…電磁加振機、100…波長変換部、200…外部共振器、300…変調部、301…コリメートレンズ、302…回折型光学素子、303…モータ、305…ガルバノミラー、306…シャッタ、311…光軸調整用光源、400…光導波路、403…加振機、404, 405…光コネクタ、500…防振部材、501…ベース板、601, 605, 611…照明系レンズ、602…対物レンズ、603…試料、604…検出器、606…インテグレータ、607…コンデンサレンズ、608…マスク、609…投影露光レンズ、610…露光試料、612…空間光変調素子、613…投影レンズ、614…スクリーン。

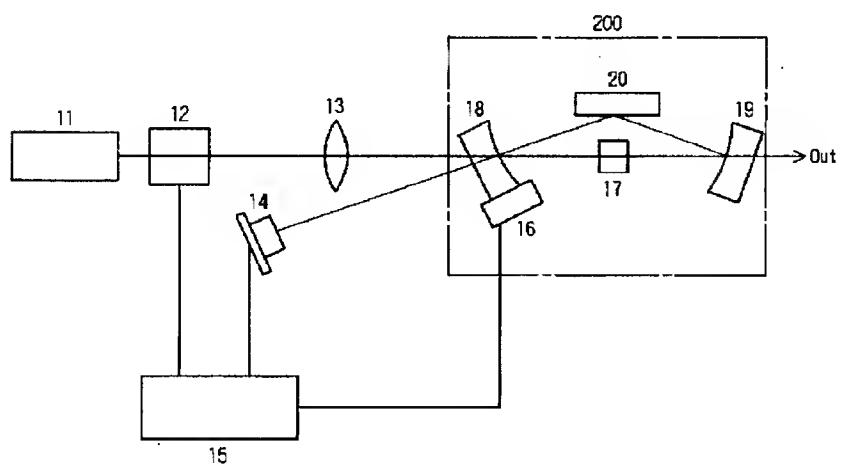
【図1】



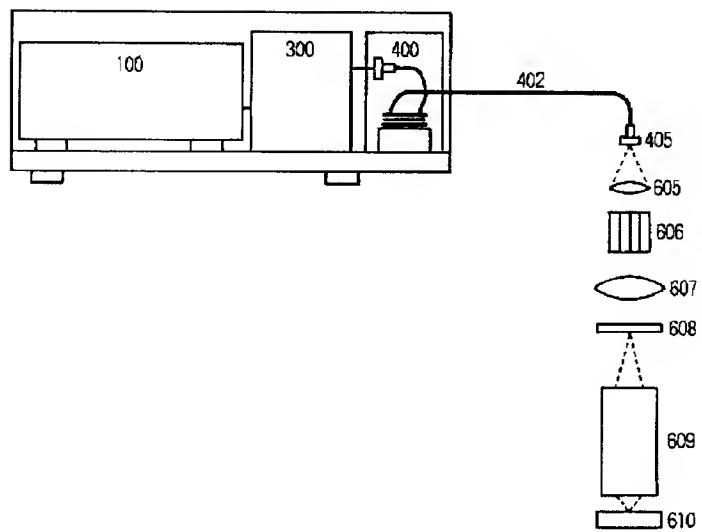
【図2】



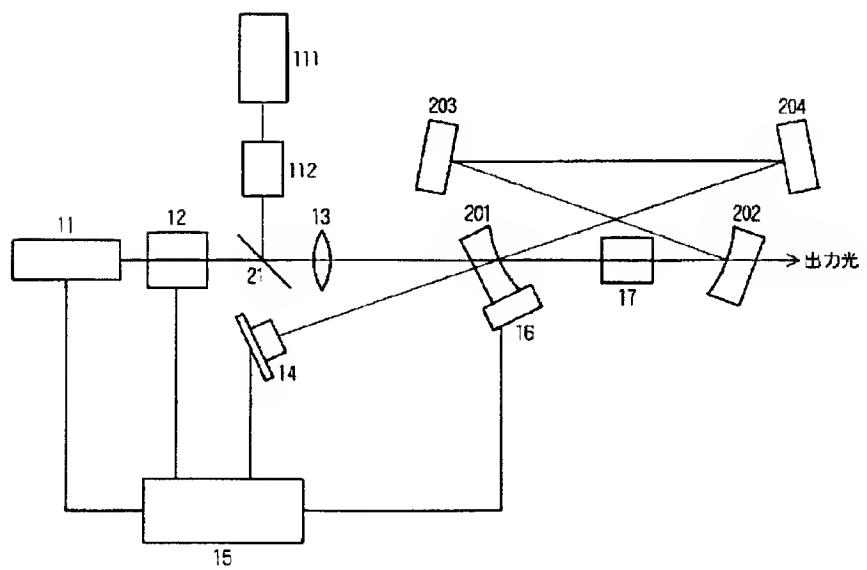
【図6】



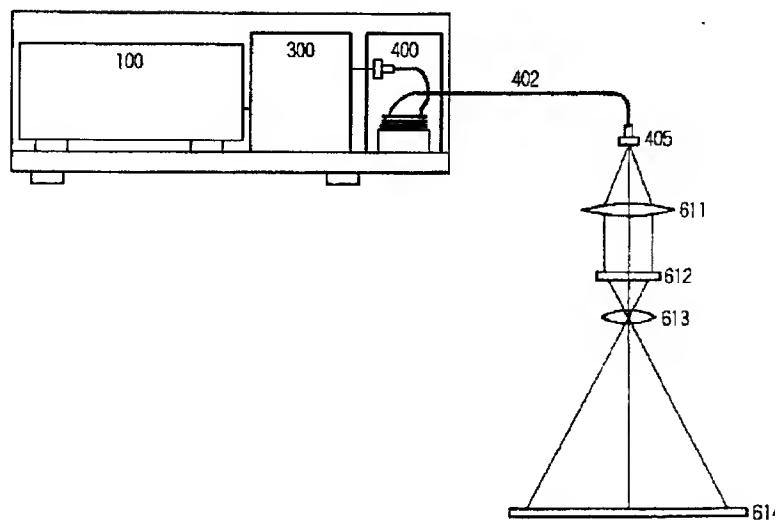
【図3】



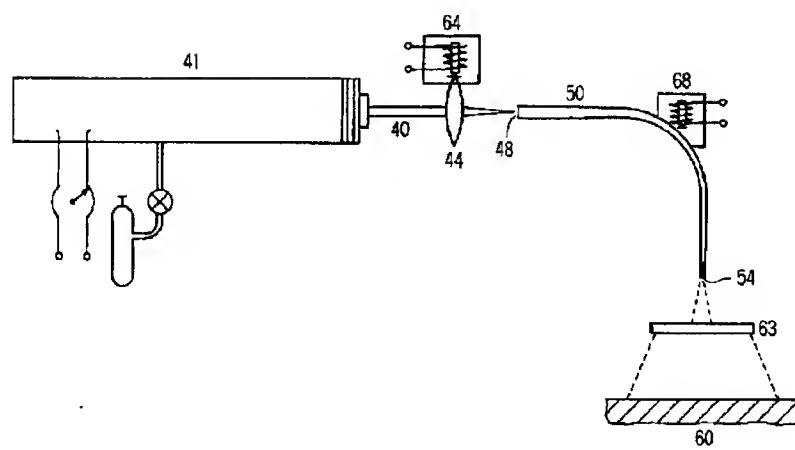
【図4】



【図5】



【図7】



【図8】

